

# EL USO DEL CICLO DE MODELIZACIÓN PARA TRABAJAR EL MODELO SER VIVO – FUNCIÓN RELACIÓN EN EL AULA DE PRIMARIA: DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA

Èlia Tena Gallego, Anna Garrido Espeja  
*CRECIM-UAB*

Núria López Rebolal  
*CSIRE*

**RESUMEN:** En este trabajo presentamos una propuesta didáctica que pretende hacer avanzar a alumnos de primaria en la construcción del modelo ser vivo, en concreto la función de relación en los animales. Esta propuesta, diseñada en base a un ciclo de modelización, se implementó con 25 alumnos de 5º de primaria. Con el objetivo de caracterizar su evolución en el modelo trabajado e identificar los mecanismos que les permiten avanzar en éste, se recogieron y analizaron las producciones escritas y las conversaciones de aula. Los resultados muestran que los modelos explicativos de los alumnos mejoran significativamente a lo largo de la instrucción. Así mismo, se identifican algunos mecanismos didácticos interesantes usados por los propios alumnos para avanzar en el modelo, como resaltar aspectos del fenómeno que no concuerdan con el modelo expresado.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Primaria, Modelización, Modelo ser vivo, Función de relación.

**OBJETIVOS:** Los objetivos de esta investigación son los siguientes: Caracterizar la evolución de los alumnos en el modelo ser vivo (en concreto en la función de relación en los animales) cuando se usa el ciclo de modelización (O1). Identificar los mecanismos didácticos usados por los alumnos para avanzar en la construcción del modelo ser vivo- función relación (O2).

## MARCO TEÓRICO

### **La práctica científica de modelización y los MCE**

Son numerosas las investigaciones que manifiestan la necesidad de hacer participar al alumnado de las diferentes etapas educativas en las Prácticas Científicas (NRC, 2012; Osborne, 2014), enfatizando la participación de los estudiantes en actividades cognitivas, discursivas y sociales que los ayuden a desarrollar unos razonamientos, habilidades y argumentaciones propias de la ciencia (Kelly & Chen., 1999), es decir, en las prácticas científicas de modelización, indagación y argumentación.

Desde nuestro punto de vista, estas prácticas escolares deben ser análogas (aunque no iguales) a las de la ciencia (Izquierdo et. al., 1999). Además, consideramos que los alumnos deben aprender unas ideas clave (NRC, 2012) o Modelos Científicos Escolares (MCE) que tengan potencial para explicar una gran cantidad de fenómenos. En este sentido, la modelización adquiere un papel protagonista como marco metodológico para promover que los alumnos sean capaces de expresar, evaluar y sofisticar sus modelos mentales de manera que cada vez expliquen y hagan predicciones más completas y sofisticadas de los fenómenos (Acher, Arcà, & Sanmartí, 2007).

Con el objetivo de promover la construcción de los MCE por parte de los propios alumnos, consideramos que el ciclo de modelización (Garrido Espeja, 2016) es una herramienta útil para el diseño de secuencias didácticas. Este ciclo presenta paralelismos con el de Jorba & Sanmartí (1996) pero está adaptado para promover específicamente las diversas prácticas de modelización (es decir, el uso, expresión, evaluación y revisión del modelo) en el aula.

### **Los modelos científicos escolares en el aula de primaria**

Desde nuestro punto de vista, consideramos imprescindible que los modelos, así como las prácticas de modelización, se incorporen ya en los primeros años de escolaridad (NRC, 2012), ya que esto les permitirá construir nuevas entidades, procesos y explicaciones del mundo. Aun así, las prácticas científicas, y en concreto la modelización, no se están incorporando en la escuela primaria (Schwarz et al., 2009), en parte por los retos didácticos que supone y en parte porque los modelos se consideran muy abstractos y por tanto inadecuados para los niños pequeños. Sin embargo, estamos convencidos que los alumnos son capaces de pensar tanto en concreto como en abstracto siempre que las propuestas sean apropiadas para su nivel escolar (Acher et al., 2007).

En concreto, el modelo de ser vivo es uno de los modelos más importantes en la educación primaria (Galindo, Sanmartí, & Pujol, 2007). De las tres funciones básicas, en esta investigación nos centramos en la de relación.

### **Recorridos de Aprendizaje: Aprendiendo modelos y a modelizar**

Apoyándonos en la perspectiva socio-constructivista del aprendizaje, entendemos que la construcción de modelos por parte del alumnado debe plantearse cómo una evolución o progreso dónde las ideas intermedias que estos presentan no se consideran erróneas sino pasos necesarios dentro del camino o progresión de aprendizaje (Michaels et al. 2008). Conocer el camino habitual que siguen los alumnos a la hora de construir un modelo como el de ser vivo (y concretamente el sub-modelo de la función de relación) puede resultar de gran utilidad para diseñar unidades didácticas adecuadas y guiar el proceso de aprendizaje de los alumnos (Corcoran, Mosher, & Rogat, 2009).

Además, conocer los mecanismos que surgen espontáneamente en el aula y que permiten a los alumnos avanzar de una versión del modelo a la siguiente nos puede dar ideas de cómo promover esta mejora a través de discusiones de aula efectivas (Louca, Zacharia, & Constantinou, 2011).

En este trabajo pretendemos aportar en relación a los aspectos mencionados, en primer lugar haciendo una propuesta didáctica para trabajar la función de relación dentro del modelo ser vivo a nivel de primaria, basada en un ciclo de modelización que pretende promover que sean los propios alumnos los que van construyendo el modelo. Y en segundo lugar, analizando las versiones del modelo que tienen los alumnos a lo largo de la secuencia y los mecanismos que les permiten saltar de una versión del modelo a otra, dando así ideas sobre el posible camino de aprendizaje que siguen los alumnos y los posibles mecanismos de avance.

## METODOLOGÍA

Partiendo del ciclo de Modelización (Garrido Espeja, 2016) presentado anteriormente, se diseñó una secuencia didáctica centrada en 3 ideas clave de complejidad ascendente del modelo Ser vivo (sub-modelo función de relación) basadas en las ideas de Gómez Galindo (2006): (1) los seres vivos se relacionan con el medio; reciben una información y generan una respuesta, (2) una modificación de los seres vivos genera cambios en el entorno, (3) una modificación en cualquier elemento del entorno o de los seres vivos genera cambios en todos los seres vivos y elementos del medio (idea de sistema). En esta contribución nos centramos en la primera idea.

La unidad didáctica diseñada constaba de seis sesiones donde los alumnos iban discutiendo sobre la función de relación a partir de experiencias como oler sustancias conocidas o sentir presión en la mano. El contexto de partida era una noticia sobre la no-migración de las aves a causa del cambio climático y la pregunta inicial “¿Cómo saben los pájaros si deben migrar o no?”. A partir de aquí, los alumnos iban discutiendo (en grupo) y dibujando (individualmente) sus diferentes explicaciones del camino que hace la información dentro de nuestro cuerpo.

La secuencia se implementó en un clase de 5º curso de Primaria con 25 alumnos, en una escuela pública catalana estándar de nivel socio-económico medio donde nunca antes se había trabajado de esta manera, sino que habitualmente se sigue una metodología de tipo más tradicional.

Para caracterizar la evolución del modelo de los alumnos, se recogieron y analizaron las fichas de trabajo de todos los alumnos con los dibujos realizados al final de la primera, tercera y última sesión, identificando así 3 momentos de análisis (inicial, medio y final). Para ello, nos situamos en el marco de la teoría fundamentada (Glaser & Strauss, 1967) ya que los cuatro niveles referentes a las versiones del modelo (Figura 1) se establecieron a partir de un proceso inductivo basado en un análisis iterativo de los dibujos recogidos. Estos niveles están ordenados de la versión más simple (Niv. 1) a la versión más compleja (Niv. 4).

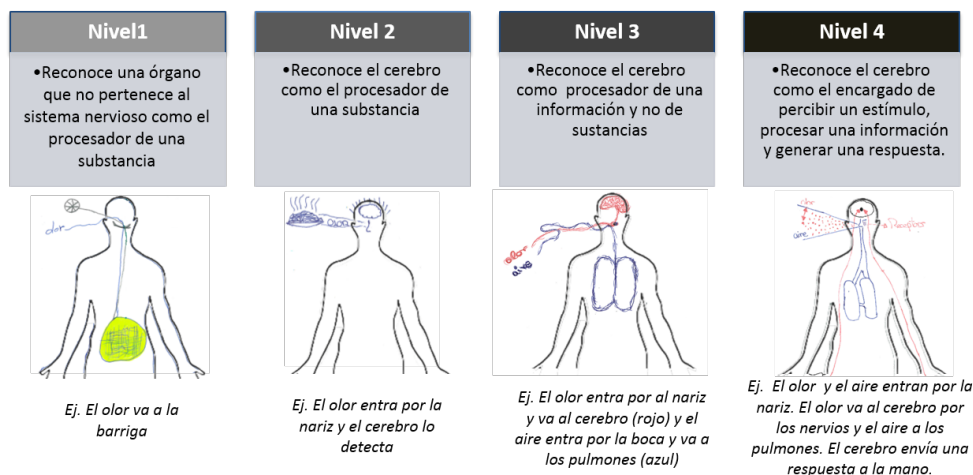


Fig 1. Niveles identificados del modelo ser vivo– función relación.

Para identificar los mecanismos que usan los alumnos para avanzar en la construcción del modelo, se tomaron y analizaron notas de clase de las dos puestas en común que se llevaron a cabo con los alumnos después de los dos primeros dibujos. Para el análisis se hizo uso de las categorías de mecanismos de influencia didáctica establecidas en estudios anteriores (Garrido Espeja, 2016).

## RESULTADOS

### Evolución del modelo ser vivo– función relación – de los alumnos (O1)

El análisis de los dibujos en los tres momentos de la secuencia (inicial, medio y final) nos permitió observar un avance positivo de los alumnos hacia explicaciones cada vez más complejas y más próximas al modelo científico escolar que se quería alcanzar (Niv.4) (Fig. 2).

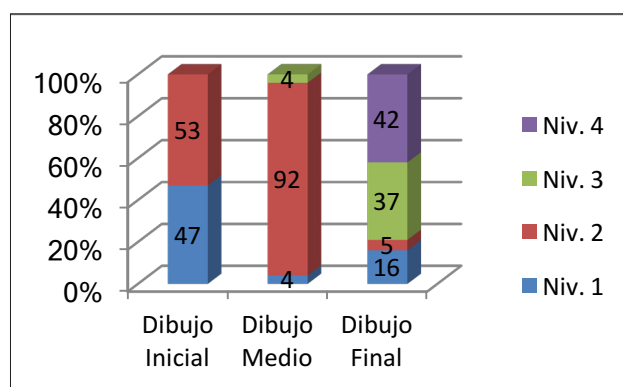


Fig 2. Porcentaje de alumnos que se encuentra en cada nivel del modelo Ser Vivo- función de relación en cada momento (inicial, medio y final)

En concreto, en la Figura 2 se observa cómo mientras en los dibujos iniciales la mayoría de los alumnos estaban en un nivel 1 (reconociendo órganos que no pertenecen al sistema nervioso como procesadores de la información), en el segundo dibujo, realizado después de la discusión en grupo, la mayoría de los alumnos (96%) mostraban haber superado sus ideas iniciales avanzando hacia el segundo nivel (dando aun explicaciones parciales pero reconociendo el cerebro como elemento imprescindible).

Por último, en el dibujo final la mayoría de los alumnos reconoce que la información va al cerebro (37%, Niv. 3) o además, afirma que lo que sale de éste es una respuesta (42%, Niv.4), situándose en la versión del modelo más sofisticada.

No obstante, sorprende que ante la pregunta final un 16% del alumnado responda apelando a una idea muy incipiente del modelo, lo cual lo atribuimos a la dificultad de la actividad de aplicación con un nuevo contexto y donde los alumnos no tienen ayuda externa, tal y como se ha visto en investigaciones similares (Hernández, Couso, & Pintó, 2015) which facililale lthe measurement of the intensity level of sound emitted by a sound souree and transmitted lthrough different materiaJs. Framing tbis study within the design-based research para- digm, it consists of the experimentation of the designed teaching sequence with two groups of (n = 29).

### Mecanismos de los alumnos para avanzar en la construcción del modelo ser vivo- función relación (O2).

En un análisis exploratorio de las notas que el investigador tomó durante las puestas en común hemos podido identificar algunos mecanismos que ayudan a los alumnos a avanzar de una versión del modelo a la siguiente. En esta comunicación mostramos un ejemplo de conversación (Fig. 3) durante la pri-

mera puesta en común, en el que se pueden identificar ciertos mecanismos interesantes que permiten a algunos alumnos pasar del primer nivel del modelo al segundo (Fig. 1).

En la conversación los alumnos discuten sobre si el sistema nervioso central es el encargado de detectar la información y generar una respuesta (como procesador de información) o bien otros órganos son los responsables (los pulmones porque es donde va el aire o la barriga porque es donde se siente el hambre). En concreto, identificamos que los alumnos utilizan distintos mecanismos para cuestionar las ideas de sus compañeros como remarcar los límites del modelo (*“si todo va a los pulmones, ¿Cómo se puede detectar el olor?”*), resaltar aspectos concretos del fenómeno que no concuerdan con el modelo expresado (*“pero a mí, cuando he olido el queso me ha entrado hambre”* o *“cuando olías la tierra no te venía hambre”*) o comparar con fenómenos similares (*“cuando comemos sabemos qué es cuando nos toca la lengua pero no cuando llega a la barriga”*).

Estos mecanismos usados a lo largo de la conversación ayudan a los alumnos a replantearse sus ideas evaluando su modelo inicial. Por ejemplo (Fig. 3), Arnau pasa de identificar el órgano dónde va el aire como el principal (*“el olor va a los pulmones”*), a darse cuenta que su modelo no permite explicar otros fenómenos similares (*“[...] no tengo el hambre en los pulmones sino en la barriga”*).

- Arnau: Yo creo que el olor va a los pulmones.  
 - Iker: Nooooo, va al cerebro.  
 - Marc: ¿Cómo que va al cerebro? **Si nosotros cogemos aire y va a los pulmones.**  
 - Paula: **Sí pero el que detecta el olor es el cerebro por eso tiene que ir al cerebro. Porque si todo [el aire y el olor] va a los pulmones, ¿Cómo se puede detectar el olor?**  
 - Anna: Yo no creo que vaya al cerebro, va a los pulmones.  
 - Berta: **Yo creo que va a los pulmones y allí se detecta el olor.**  
 - Arnau: **pero a mí, cuando he olido el queso me ha entrado hambre y no tengo el hambre en los pulmones sino en la barriga.**  
 - Paula: **Sí pero cuando olías la tierra no te venía hambre y [también] iba a los pulmones**  
 - Iker: Yo creo que **va al cerebro porque es el que detecta el olor. Por ejemplo, cuando comemos sabemos qué es cuando nos toca la lengua pero no cuando llega a la barriga.**  
 - Paula: **Sí, es verdad.**

Fig. 3. Extracto de conversación entre alumnos en la primera puesta en común.

## CONCLUSIONES

Este trabajo nos ha permitido observar una evolución de los alumnos en la construcción del modelo ser vivo- función de relación, en concreto para los animales. Al principio los niños y niñas únicamente hacían referencia a aspectos relacionados con la sustancia en el cuerpo y órganos que no son del sistema nervioso (como que el olor va a la barriga) mientras que al final eran capaces de dar explicaciones complejas sobre el sistema nervioso (que captamos estímulos, o que el cerebro genera una respuesta que permite actuar).

El diseño e implementación de una secuencia basada en el ciclo de modelización (donde se promueve que los alumnos participen en prácticas modelizadoras como usar, expresar, analizar y modificar sus modelos) en un clima de confianza donde se discute dando sentido al fenómeno observado, permite la emergencia de mecanismos didácticos interesantes por parte de los propios alumnos, promoviendo una clara y progresiva mejora de sus modelos a lo largo de las actividades.

Por tanto, aunque algunos autores consideran inadecuado trabajar en el aula de primaria la construcción de modelos o incorporar prácticas modelizadoras, en esta investigación hemos observado que es posible hacerlo exitosamente incluso cuando la dinámica habitual del aula es de tipo tradicional.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad del gobierno español (EDU2015-66643-C2-1-P) y por el grupo de investigación TIREC (2014 SGR 942).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ACHER, A., ARCÀ, M., & SANMARTÍ, N. (2007). Modelling as a Teacher Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91(1), 398–418.
- CORCORAN, T., MOSHER, F. a, & ROGAT, A. (2009). Learning Progressions in Science: An Evidence-based Approach to Reform. *CPRE Research Reports*.
- GALINDO, A. G., SANMARTÍ, N., & PUJOL, J. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 25(3), 325–340.
- GARRIDO ESPEJA, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GÓMEZ GALINDO, A. A. (2006, August 9). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- HERNÁNDEZ, M. I., COUSO, D., & PINTÓ, R. (2015). Analyzing Students Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2–3), 356–377.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M., GARCÍA, M. P., PUJOL, R. M., & SANMARTÍ, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de Las Ciencias*, número ext, 79–91.
- JORBA, J., & SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: CIDE-MEC.
- LOUCA, L. T., ZACHARIA, Z. C., & CONSTANTINOU, C. P. (2011). In Quest of productive modeling-based learning discourse in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 919–951.
- NATIONAL RESEACH COUNCIL (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. A framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas* (Committee). Washington, DC.
- OSBORNE, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- SCHWARZ, C. V., REISER, B. J., DAVIS, E. A., KENYON, L., ACHÉR, A., FORTUS, D., KRAJCIK, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.